



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 28 709 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 K 41/02
F 16 D 48/06
F 16 D 48/08
B 60 K 41/28

②1 Aktenzeichen: 102 28 709.0
②2 Anmeldetag: 27. 6. 2002
④3 Offenlegungstag: 13. 2. 2003

DE 102 28 709 A 1

⑥6 Innere Priorität:
101 34 007. 9 12. 07. 2001

⑦1 Anmelder:
LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,
77815 Bühl, DE

⑦2 Erfinder:
Hirt, Gunter, Kongsberg, NO; Stork, Holger, Dr.,
77815 Bühl, DE; Brandt, Martin, Dr., 93107
Thalmassing, DE; Deimel, Andreas, 85055
Ingolstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Verfahren zum Adaptieren der Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs
- ⑤7 Es werden Verfahren zum Adaptieren der Einstellung, beispielsweise des Tastpunktes oder der Momentenkennlinie sowie zum Durchführen eines Schnüffelvorgangs einer automatisierten Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs beschrieben. Ein solcher Antriebsstrang enthält beispielsweise automatisierte Start-Stoppfunktionen des Verbrennungsmotors oder zusätzlich zum Verbrennungsmotor eine Elektromaschine.

DE 102 28 709 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Adaptieren der Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs.

[0002] Automatisierte Kupplungen finden nicht nur wegen des mit ihnen erzielten Komfortgewinns, sondern auch wegen möglicher Verbrauchseinsparungen in Kraftfahrzeugen zunehmend Verwendung.

[0003] Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes Blockschaltbild eines Antriebsstrangs eines mit einer automatisierten Kupplung ausgerüsteten Kraftfahrzeugs. Der Antriebsstrang enthält einen Verbrennungsmotor 2, eine Kupplung 4 und ein Getriebe 6, von dem aus eine Antriebswelle 8 zu nicht dargestellten Antriebsrädern führt. Das Getriebe 6 ist beispielsweise ein automatisiertes Handschaltgetriebe oder ein Kegelscheibenumschlingungsgetriebe mit stufenlos veränderbarer Übersetzung. Zur Betätigung bzw. zum Schalten des Getriebes 6 dient eine Stelleinrichtung 9, die von einer Wähleinrichtung 10 aus mittels eines Wählhebels 12 über ein Steuergerät 14 in an sich bekannter Weise steuerbar ist. Es versteht sich, daß die Wähleinrichtung auch anders ausgebildet sein kann, beispielsweise als klassischer Schalthebel (H-Kulisse) oder als Hebel mit Tippstellungen zum Hoch- und Runterschalten. Die Kupplung 4 ist beispielsweise eine Reibscheibenkupplung an sich bekannter Bauart mit einer Betätigungseinrichtung 16, die hydraulisch, elektrisch, elektrohydraulisch oder in sonstwie bekannter Weise ausgebildet ist.

[0004] Im Antriebsstrang enthaltene Sensoren, wie ein Drucksensor 18 zur Erfassung des Ansaugdruckes des Motors 2, ein Drehzahlsensor 20 zum Erfassen der Drehzahl n_M der Kurbelwelle des Motors, ein Sensor 22 zum Erfassen der Stellung α eines Fahrpedals 24, ein Sensor 28 zum Erfassen der Stellung des Wählhebels 12 und ein weiterer Drehzahlsensor 28 zur Erfassung der Drehzahl der Antriebswelle 2 sind mit den Eingängen des Steuergeräts 14 verbunden.

[0005] In dem Steuergerät 14, das in an sich bekannter Weise einen Mikroprozessor mit zugehörigen Speichern 29 enthält, sind Kennfelder und Programme abgelegt, mit denen Aktoren, wie ein Laststellglied 30 zum Einstellen der Last des Motors 2, die Betätigungseinrichtung 16 der Kupplung 4 sowie die Stelleinrichtung 9 des Getriebes 6 und weitere direkt oder indirekt vom Motor angetriebene Verbraucher 31, wie beispielsweise ein Generator, eine Pumpe oder ein Heizelement usw., gesteuert werden. Die einzelnen Aktoren können derart aufgebaut sein, daß ihre Stellung unmittelbar im Steuergerät 14 bekannt ist, beispielsweise als Schrittmotoren, oder es können zusätzliche Stellungsgeber, wie ein Stellungsgeber 32 zum Erfassen eines für die Stellung s_K der Kupplung relevanten Parameters, vorgesehen sein.

[0006] Mit dem Steuergerät 14 ist über einen Datenbus 33 ein weiteres Steuergerät 34 verbunden, das beispielsweise die Fahrzeugbremsen 35 steuert, wie es aus Blockierverhindersystemen oder Fahrstabilitätssystemen bekannt ist. Die Hardware- und Softwareaufteilung zwischen den Geräten 14 und 34 ist den jeweiligen Verhältnissen angepasst.

[0007] Aufbau und Funktion der beschriebenen Vorrichtung sind an sich bekannt und werden daher nicht im einzelnen erläutert. Je nach über das Fahrpedal 24 mitgeteiltem Fahrwunsch und über den Wählhebel 12 mitgeteilten Wunsch nach einem Fahrprogramm bzw. einer Fahrtrichtung werden das Laststellglied 30, die Betätigungsvorrichtung 16 und die Stellvorrichtung 9 in gegenseitig abgestimmter Weise in Abhängigkeit von den Sensoren gelieferten Signalen betätigt, so daß sich ein komfortables und/oder sparsames Fahren ergibt.

[0008] Für die Betätigung der Kupplung 4 beispielsweise ist in einem Speicher des Steuergeräts 14 eine Kennlinie abgelegt, die eine von der Betätigungsvorrichtung 16 eingestellte Sollstellung der Kupplung 4 in Abhängigkeit von dem jeweils von der Kupplung 4 zu übertragenden Moment festlegt. Aus Gründen der Regelungsgüte, des Kupplungsverschleißes und des Energieverbrauches der Betätigungsvorrichtung soll das jeweils übertragbare Kupplungsmoment nur so groß sein, wie unbedingt erforderlich. Das erforderliche, zu übertragende Moment ergibt sich aus dem Fahrerwunsch bzw. der Stellung des Fahrpedals 24 und beispielsweise der von dem Sensor 18 erfaßten Last des Verbrennungsmotors 2 sowie ggf. weiteren Betriebsparametern, wie der Drehzahl des Motors 2 usw.

[0009] Die im Steuergerät 14 abgelegte Kennlinie, die den Sollweg eines von der Betätigungsvorrichtung 16 bewegten Stellgliedes der Kupplung in Abhängigkeit von dem errechneten, zu übertragenden Drehmoment angibt, hat entscheidenden Einfluß auf ein komfortables Anfahren und eine komfortable Abwicklung des Schaltvorgangs. Die Kennlinie ändert sich kurzzeitig, beispielsweise infolge von Temperaturänderungen, und langfristig im Verlauf der Lebensdauer der Kupplung, beispielsweise infolge von Verschleiß. Sie wird daher beim Vorliegen vorbestimmter Betriebsbedingungen nach unterschiedlichsten Strategien ständig aktualisiert bzw. nachgestellt.

[0010] Fig. 6 zeigt im Detail ein Beispiel einer Betätigungsvorrichtung 16 mit Hydraulikstecker.

[0011] In einem mit Hydraulikfluid gefüllten Geberzylinder 36 arbeitet ein Kolben 38, dessen Schaft 40 eine Außenverzahnung aufweist, die mit einer Innenverzahnung eines Zahnrades 41 kämmt, das wiederum mit der Außenverzahnung eines Ritzels 42 eines Elektromotors 43 in Eingriff ist, der von dem Steuergerät 14 (Fig. 4) angesteuert wird. Der Elektromotor kann jedwelcher geeigneter Bauart sein und wird beispielsweise mittels eines PWM-Signals angesteuert. Vorteilhaft ist der Elektromotor ein Schrittschaltmotor. Der Geberzylinder 36 weist Schnüffelloch 44 auf, die über eine Leitung 45 mit einem Ausgleichsbehälter (nicht dargestellt) verbunden ist. Von dem Druckraum 46 des Zylinders geht eine Leitung 48 ab, die zu einem Nehmerzylinder 50 führt, in dem ein Kolben 52 arbeitet, der über seine Kolbenstange beispielsweise mit dem ein Stellglied bildenden Ausrückhebel 54 der Kupplung verbunden ist. Die Position A, die allgemein als Schnüffellochposition bezeichnet wird, ist die Position, bei deren Überfahren durch den Kolben 38 gemäß Fig. 4 nach rechts sich im Druckraum 46 Druck zur Kupplungsbetätigung aufbaut.

[0012] Zur Positionsermittlung ist beispielsweise am Zahnrad 41, ein in seinem Aufbau bekannter inkrementeller Stellungsgeber 32 vorgesehen, der die sich an ihm vorbei bewegenden Zähne des Zahnrades 41 zählt und entsprechende Impulse an das Steuergerät 14 abgibt. Die Anzahl dieser Impulse ist ein direktes Maß für die Verschiebung des Geberkolbens 38 bzw. wenn sich der Geberkolben 38 gemäß Fig. 9 rechts von der Schnüffellochposition A befindet, der Bewegung des Ausrückhebels 54.

[0013] Bei einem sogenannten Schnüffelvorgang wird der Geberkolben 38, in den vorteilhafterweise ein nicht dargestelltes Rückschlagventil integriert ist, so dass bei Überdruck linksseitig des Kolbens 38 öffnet, nach links bis über die Schnüffellochposition A bewegt, so dass die zwischen den Kolben 38 und 52 befindliche Hydraulikstrecke mit der Leitung 45 verbunden ist und drucklos ist. In diesem drucklosen Zustand der Hydraulikstrecke nimmt der Ausrückhebel 54 seine der voll geschlossenen bzw. Schließstellung der Kupplung entsprechende Stellung ein. Wenn anschließend der Geberzylinder 38 von dem Elektromotor 42 nach rechts

verfahren wird, setzt eine Betätigung des Ausrückhebels 54 in dem Moment ein, in dem der Geberkolben 38 die Schnüffelposition A überfährt. Diese Stellung des Geberkolbens 38 kann auf unterschiedlichste Weise erfaßt werden, wobei der jeweilige Zählstand des Stellungsgebers 32 als Schließstellung im Steuergerät 14 gespeichert wird.

[0014] Neben der Schließstellung der Kupplung ist eine genaue Kenntnis des Greif- bzw. Tastpunktes der Kupplung wichtig, das ist diejenige Stellung, bei der die Kupplung ein vorbestimmtes, kleines Drehmoment von beispielsweise 4 Nm überträgt. Die genaue Kenntnis des Greifpunktes ist deshalb wichtig, weil er beim Anfahren und beim Schalten eine entscheidende Rolle spielt. Wenn die Kupplung über den Greifpunkt hinaus geöffnet wird, ist sie vollständig getrennt. Wird die Kupplung nicht bis zum Greifpunkt betätigt, ist ein Gangwechsel ohne massive Komfortbeeinflussung oder sogar Gefährdung des Getriebes nicht möglich und das Fahrzeug krieht zu stark.

[0015] Der Greif- bzw. Tastpunkt wird normalerweise eingestellt, indem in bestimmten Betriebszuständen des Antriebsstranges, beispielsweise bei stehendem Fahrzeug und betätigter Bremse und eingelegtem Fahrgang die Kupplung vollständig geöffnet wird und dann langsam geschlossen wird, wobei das Motormoment gemessen wird. Wenn während des langsamen Schließens der Kupplung das Motormoment, das bei einem mit Motorleerlaufregelung in besonders einfacher Weise beispielsweise durch ein Stellglied der Leerlaufregelung gegeben ist, den vorbestimmten Wert erreicht, wird der Stellungsgeber 32 ausgelesen und sein Wert als Greifpunkt der Kupplung gespeichert. Der Greifpunkt kann somit schnell angefahren werden und als Orientierungswert für das Durchführen eines Anfangsvorgangs oder eines Schaltvorgangs dienen. Eine Greif- oder Tastpunktadaption dauert etwa 5 Sekunden und erfolgt typischerweise mindestens einmal pro Fahrt.

[0016] In ähnlicher Weise können einzelne Punkte der im Steuergeräte abgelegten Weg/Momentenkennlinie der Kupplung aktualisiert bzw. adaptiert werden, indem das Kupplungsmoment bestimmt wird und die zugehörige Stellung der Betätigungsvorrichtung bzw. des Stellungsgebers 32 ausgelesen und als aktualisierte bzw. adaptierte neue Stellung gespeichert wird. Dabei wird die Kupplung beim Einkuppeln bei relativ hohem Kupplungsmoment schlupfen, wobei das Kupplungsmoment durch Bestimmung des Moments des Verbrennungsmotors unter Berücksichtigung von dessen Drehzahländerung und Trägheitsmoment bestimmt wird. Die Kupplungskennlinie, die sich durch Veränderung des Reibwertes der Kupplung ändert, kann auf diese Weise angepaßt bzw. adaptiert werden.

[0017] Beim Schnüffeln fährt der Geberzylinder, wie erläutert, kurzzeitig in seine Schnüffelposition zurück. Dabei wird die Kupplung vollständig geschlossen. Ein Schnüffelvorgang dauert etwa 400 msek. und kann beispielsweise im Abstand von einigen Minuten erfolgen.

[0018] Die Notwendigkeit, den Kraftstoffverbrauch zu senken, führt zu neuartigen Fahrzeugantriebssträngen und Steuerkonzepten, bei denen der Verbrennungsmotor in bestimmten Betriebsfahrzeugen selbsttätig abgestellt wird oder zusätzlich zum Verbrennungsmotor eine Elektromaschine verwendet wird, die zum Anlassen des Verbrennungsmotors, zum alleinigen Vortrieb oder zum Vortrieb zusätzlich zum Verbrennungsmotor oder zur Energierückgewinnung verwendet werden kann. Des weiteren sind innovative Getriebekonzepte bekannt, die mit mehreren Kupplungen betrieben werden. Diese innovativen Antriebskonzepte lassen die für die ständig erforderlichen Adaptionen der Einstellung einer automatisierten Kupplung erforderlichen Betriebssituationen zum Teil nicht mehr auftreten, so daß die

Notwendigkeit besteht, neuartige Verfahren zum Adaptieren der Einstellung einer automatisierten Kupplung zu schaffen.

[0019] Entsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Verfahren zum Adaptieren der Einstellung einer Kupplung in unkonventionellen Antriebssträngen eines Fahrzeugs zu schaffen.

[0020] Die beigefügten Ansprüche sind auf solche Verfahren gerichtet und kennzeichnen Problemlösungen, wie Kupplungseinstellungen, beispielsweise ein Greif- bzw. Tastpunkt oder ein Reibwert entsprechend um Betrieb auftretenden Veränderungen adaptiert werden kann oder Schnüffelvorgänge ausgeführt werden können.

[0021] Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen beispielsweise und mit weiteren Einzelheiten erläutert.

[0022] Es stellen dar:

[0023] Fig. 1 bis 4 Schemata verschiedener unkonventioneller Antriebsstränge,

[0024] Fig. 5 ein Blockschaltbild eines konventionellen automatisierten Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs mit zugehörigem Steuergerät und

[0025] Fig. 6 eine bekannte Kupplungsbetätigungsvorrichtung mit hydraulischer Strecke.

25 A Konventioneller Antriebsstrang mit Start-Stoppfunktion

[0026] Bei den im folgenden erläuterten unkonventionellen Antriebssträngen sind die einzelnen Aggregate, wie Verbrennungsmotor, Elektromaschine, Kupplung und Getriebe ähnlich den Aggregaten der Fig. 5 mit einem Steuergerät verbunden, das den Betrieb der Aggregate bzw. diesen zugeordneten Betätigungsvorrichtungen bzw. Stellgliedern entsprechend vorbestimmten Programmen steuert.

[0027] Zunächst wird anhand der Fig. 1 ein konventioneller Antriebsstrang beschrieben, der zusätzlich mit einer Start-Stoppfunktion versehen ist. Der konventionelle Antriebsstrang weist einen an sich bekannten Anlasser 60 auf, der über eine elektromagnetisch betätigte Zahnkupplung 62 mit dem Verbrennungsmotor 2 verbunden ist. Der Verbrennungsmotor 2 ist über die Anfahrkupplung 4 und ein Schaltgetriebe 6 mit wenigstens einem Fahrzeugrad 64 verbunden. Die Anfahrkupplung 4 und das Getriebe 6 sind automatisiert, wobei das Getriebe 6 beispielsweise ein automatisiertes, einzelne Gänge schaltendes Getriebe ist. Im folgenden wird nur die Anfahrkupplung 4 betrachtet, da die Zahnkupplung 62 nur zum Anlassen in an sich bekannter Weise den Anlasser 60 mit dem Verbrennungsmotor 2 kuppelt. Grundsätzlich können bei dem Antriebsstrang der Fig. 1 für die Anfahrkupplung 4 alle Kupplungsadaptionen wie an sich bekannt durchgeführt werden, wenn der Verbrennungsmotor 2 läuft.

[0028] Die in den Antriebsstrang der Fig. 1 eingebaute Start-Stoppfunktion, die beispielsweise darin besteht, daß der Verbrennungsmotor 2 bei stillstehendem Fahrzeug oder auch bei im Schubetrieb rollendem Fahrzeug selbsttätig ausgeht und selbsttätig wieder angelassen wird, wenn er zum Vortrieb benötigt wird (beispielsweise beim Einlegen eines Gangs im Fahrzeugstillstand oder beim Gasgeben und eingelegtem Gang im Fahrzeugstillstand) führt dazu, daß die konventionelle Adaptionstrategie modifiziert werden muß.

A.1 Tastpunktadaption

[0029] Die Tastpunktadaption kann in konventioneller Weise nur dann durchgeführt werden, wenn der Verbrennungsmotor 2 auch bei stehendem Fahrzeug im Leerlauf läuft, d. h. kein Start/Stopp durchgeführt wird. Dies könnte

der Fall sein bei

- Verbrennungsmotor in der Warmlaufphase
- Verbrennungsmotor läuft, um einen Klimakompressor anzutreiben,
- Verbrennungsmotor läuft, weil ein hoher Bedarf an elektrischer Energie besteht und ein nicht dargestellter Generator angetrieben werden muß, oder
- der Verbrennungsmotor läuft auf Anforderung für eine Tastpunktadaption seitens des Steuergerätes 14 (Fig. 5) etwas länger; d. h., das automatische Abstellen des Motors wird verzögert.

[0030] Die Warmlaufphase des Motors ist für eine Tastpunktadaption ungünstig, da die Motormomente sich während der Warmlaufphase, bedingt durch Reibung und Thermodynamik laufend ändern.

[0031] Eine Tastpunktadaption kann erfolgen, während das Fahrzeug kriecht: Wenn das Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit (es herrscht ein stationäres Gleichgewicht) kriecht, schleift die Kupplung 4 und der Leerlaufregler des Verbrennungsmotors 2 ist aktiv. Die Differenz des Motor-moments ohne und mit Last entspricht dem tatsächlichen Kupplungsmoment. Die Tastpunktadaption erfolgt gegenüber dem herkömmlichen Verfahren auf einem etwas höheren Momentenniveau.

[0032] Tastpunktadaption während einer Ausrollphase: Während das Fahrzeug mit im Leerlauf laufenden Verbrennungsmotor 2 rollt, kann die Kupplung 4 kurz, beispielsweise für 2 Sekunden, voll geöffnet werden; anschließend wird das Tastmoment für ca. 2 Sekunden eingestellt und anschließend kann wieder vollständig eingekuppelt werden. Eine Eigenart dieses Verfahrens besteht darin, daß die Kupplung dabei sicher schlupfen muß, was nicht immer gewährleistet ist und nur mit einem Getriebeeingangssensor überprüft werden kann. Weiter spürt der Fahrer das Auskuppeln. Auch während langsamer Fahrt sollte normalerweise eingekuppelt sein.

[0033] Für den Fall, daß ein Momentensensor am Schwungrad oder der Abtriebswelle vorgesehen ist, kann während des Kriechens, des Anfahrens und des Einkuppelns das erfaßte Momente dazu dienen, die Momentenkennlinie der Kupplung während dieser Fahrten zu adaptieren.

[0034] Änderungen der Getriebeeingangsdrehzahl: Bevor der Verbrennungsmotor 2 bei Fahrzeugstillstand ausgeschaltet wird, wird das Getriebe in Neutralstellung geschaltet und die Kupplung 4 geschlossen. Sobald die Kupplung 4 schleift, ändert sich die Getriebeeingangsdrehzahl stark. Ebenso kann man die Getriebeeingangswelle durch Schließen der Kupplung 4 hochdrehen lassen und dann die Kupplung öffnen und den Verbrennungsmotor 2 ausschalten. Bei langsamem Schließen der Kupplung ergibt sich ein plötzlicher Abfall der Getriebeeingangsdrehzahl. Ist das Trägheitsmoment der Getriebeeingangswelle bekannt, kann über die Bremsbeschleunigung das tatsächliche an der Kupplung wirksame Tastmoment ermittelt werden. Durch Vergleiche der Drehzahlabfälle bei offener Kupplung ist zusätzlich eine Kalibrierung möglich. Eine Eigenart dieses Verfahrens liegt darin, daß ein Getriebeeingangsdrehzahlsensor erforderlich ist. Weiter ist das Verfahren verhältnismäßig ungenau.

[0035] Am Rande sei hier auf ein vorteilhaftes Verfahren zur Ermittlung des Kraftnullpunktes der Kupplungsbetätigung hingewiesen: Ist der Verbrennungsmotor 2 aus und die Kupplung 4 vollständig geschlossen, so kann bei hydraulischer Strecke in der Kupplungsbetätigung (Fig. 6) der Geberzylinder in die Position bewegt werden, ab der der Nehmerzylinder Druck auf die Tellerfeder (nicht dargestellt) der

Kupplung 4 ausübt. Wenn der Kupplungsaktor mit überlagerter Vibration betätigt wird, läßt sich diese Position genau einstellen. Häufig ist der Abstand zwischen Kraftnullpunkt und Tastpunkt verhältnismäßig konstant, so daß die Ermittlung des Kraftnullpunktes gleichzeitig zur Ermittlung bzw. Aktualisierung des Tastpunktes verwendet werden kann.

[0036] Die Reibwertadaption und das Schnüffeln kann bei dem Antragsstrang gemäß Fig. 1 in herkömmlicher Weise durchgeführt werden.

B. E-Maschine auf Getriebeeingangswelle

[0037] Fig. 2 zeigt einen unkonventionellen Antriebsstrang, bei dem der Verbrennungsmotor 2 über eine Anfahrkupplung 4 mit der Eingangswelle des Getriebes 6 verbunden ist. Mit der Eingangswelle des Schaltgetriebes 6 ist drehfest der Läufer einer Elektromaschine 70 verbunden. Die Ausgangswelle des Getriebes 6 ist optional mit einer weiteren Elektromaschine 72 drehfest verbunden.

[0038] Die Elektromaschinen 70 (und optional 72) ist von dem Steuergerät 14 aus derart steuerbar, daß das von ihnen entwickelte Moment und/oder ihre Drehzahl einstellbar ist, wobei die Elektromaschinen im Bremsbetrieb zum Umwandeln mechanische Energie in elektrische Energie verwendet werden kann, die in eine nichtdargestellte Batterie einspeisbar ist. Antriebsstränge gemäß der Fig. 2 werden beispielsweise in Hybridfahrzeugen verwendet.

B.1. Tastpunktadaption

B.1.1 Tastpunktadaption in konventioneller Weise

[0039] Die Tastpunktadaption kann in konventioneller Weise nur dann durchgeführt werden, wenn der Verbrennungsmotor 2 auch bei stehendem Fahrzeug im Leerlauf läuft, d. h. keine Start/Stoppfunktion ausgeführt wird. Dies könnte ähnlich der Fall sein wie unter A.1 weiter oben ausgeführt.

B.1.2 Tastpunktadaption gegen die Elektromaschine

[0040] Bei in Neutralstellung befindlichem Getriebe 6 (das Fahrzeug kann dann beispielsweise von der Elektromaschine 72 angetrieben werden), im Leerlauf laufendem Verbrennungsmotor 2, offener Kupplung 4 und auf eine andere Drehzahl (meist Drehzahl 0) als die Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors geregelter Elektromaschine 70 kann durch Antasten der Kupplung 4 und Vergleich des Motor-moments eine Tastpunktadaption auch während der Bewegung des Fahrzeugs durchgeführt werden. Voraussetzung für diese Adaption ist, daß der Verbrennungsmotor 2 läuft und nicht für den Fahrzeugantrieb verwendet wird. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn der Verbrennungsmotor 2 die Elektromaschine 70 antreiben muß, um elektrische Energie zu erzeugen. Während der Tastpunktadaption muß dann die Stromerzeugung für etwa 5 Sekunden unterbrochen werden.

B.1.3 Tastpunktadaption gegen den Verbrennungsmotor im Neutralgang

[0041] Der Verbrennungsmotor 2 ist aus und wirkt als Bremse der motorseitigen Kupplungsscheibe. Alle folgenden Tastpunktadaptionen können nacheinander mit unterschiedlichen Kupplungs-Tastmomenten durchgeführt werden. Auf diese Weise läßt sich der untere Teil der Kupplungsmomentenkennlinie schrittweise vermessen und adaptieren. Die Begrenzung für das Kupplungsmoment ist dabei

das Losbrechmoment des ausgeschalteten Verbrennungsmotors 2.

a) Die Elektromaschine 70 ist drehzahleregelt. Die Kupplung 4 wird bis zum Tasterpunkt geschlossen und durch den Anstieg des Moments der Elektromaschine kann das tatsächlich anliegende Kupplungsmoment ermittelt werden. Da ein Vergleich zwischen unbelasteter und belasteter Elektromaschinen durchgeführt wird, können auch kleine Kupplungsmomente gut gemessen werden. Voraussetzung für dieses Verfahren ist, daß das Moment der Elektromaschine 70 im Steuergerät bekannt sein muß.

b) Die Kupplung 4 ist zunächst geschlossen. Die E-Maschine 70 erbringt ein konstantes, kleines Moment von beispielsweise 4 Nm. Die Kupplung 4 wird langsam geöffnet. An dem Punkt, an dem die E-Maschine 70 zu drehen beginnt, überträgt die Kupplung das an der E-Maschine eingestellte Moment (abzüglich des Reibungsmoments der Getriebeeingangswelle) gerade nicht mehr. Dieses Verfahren kann mit unterschiedlichen Momenten durchgeführt werden, so daß wiederum der untere Teil der Momentenkurve der Kupplung vermessen werden kann. Das Verfahren setzt voraus, daß das Moment der Elektromaschine 70 vom Steuergerät geregelt werden kann. Weiter muß die Getriebeeingangsdrehzahl erfaßt werden.

c) Bei stillstehenden Wellen wird die Kupplung 4 bis zum Tastermoment geschlossen. Das Moment der Elektromaschine 70 wird von Null aus langsam erhöht, bis die Haftung der Kupplung abreißt und die Elektromaschine 70 zu drehen beginnt. Das bis dahin erreichte Moment der Elektromaschine (abzüglich des Reibungsmoments der Getriebeeingangswelle) entspricht dem tatsächlich wirksamen Kupplungsmoment, so daß eine Adaption möglich ist. Dieses Verfahren kann bei jedem Anlaufen der Elektromaschine verwendet werden, wobei unterschiedliche Kupplungsmomente vermessen werden können. Voraussetzung ist wiederum, daß das Moment der Elektromaschine vom Steuergerät aus ansteuerbar ist. Weiter muß die Getriebeeingangsdrehzahl bzw. die Drehzahl der Elektromaschine erfaßt werden.

Bei den Verfahren b) und c) muß das Losbrechmoment der Elektromaschine bekannt sein, das nach dem Verfahren c) ermittelt werden kann, wobei die Kupplung offen ist.

d) Die Kupplung 4 ist zunächst offen. Die Elektromaschine 70 wird drehzahleregelt mit einer geringen Maximalbegrenzung betrieben. Das Leerlaufmoment der Elektromaschine wird ermittelt. Die Kupplung wird langsam geschlossen. Sobald sich die Drehzahl der Elektromaschine verringert, überträgt die Kupplung etwas mehr Moment als das Maximalmoment der Elektromaschine abzüglich dem Leerlaufmoment. Voraussetzung für dieses Verfahren ist, daß das Moment der Elektromaschine vom Steuergerät aus ansteuerbar ist und die Getriebeeingangsdrehzahl verfügbar ist.

e) Die Kupplung 4 ist zunächst offen. Die Elektromaschine 70 wird auf eine bestimmte Drehzahl gebracht und dreht anschließend unbestromt aus. Die Kupplung wird auf den Tasterpunkt eingestellt. Anhand der Bremsbeschleunigung der Elektromaschine (zeitliche Änderung der Drehzahl) und des bekannten Trägheitsmoments ihres Rotors kann das genaue Kupplungsmoment berechnet werden.

B.2 Reibwertadaption

[0042] Konventionelle Reibwertadaption: Kann beim Anfahren bzw. Wiedereinkuppeln durchgeführt werden.

[0043] Reibwertadaption/Tasterpunktadaption durch Gegenspiel von Verbrennungsmotoren der Elektromaschine: Während der Fahrt kann das Antriebs/Bremsmoment auf den Verbrennungsmotor 2 und die Elektromaschine 70 verteilt werden. Bei schleifender Kupplung gilt (alle Momente und Trägheiten auf dieselbe Achse bezogen):

$$M_{\text{Kupp}} + (M_E - J_E \cdot \dot{\omega}_E) = M_{\text{Fahrerwunsch}} \quad (1)$$

$$M_{\text{Kupp}} = M_{VM} - J_{VM} \cdot \dot{\omega}_{VM} \quad (2)$$

[0044] Bei etwa konstanter Motordrehzahl gilt:

$$M_{\text{Kupp}} = M_{VM} \text{ bzw. } \Delta M_{\text{Kupp}} = \Delta M_{VM}$$

[0045] Dabei sind: M_{VM} ; J_{VM} ; $\dot{\omega}_{VM}$ das Drehmoment, das Trägheitsmoment und die Drehbeschleunigung des Verbrennungsmotors und M_E ; J_E ; $\dot{\omega}_E$ die entsprechenden Werte der Elektromaschine.

[0046] Somit kann während einer Beschleunigung, normaler Fahrt- oder beim Bremsen/Rekuperation durch Zusammenspiel von Verbrennungsmotor und Elektromaschine jedes gewünschte Moment an der Kupplung erzeugt werden. Bezüglich der Kupplung kann somit unabhängig von der Fahrsituation eine Tasterpunktadaption, ein Anfahren oder Einkuppeln eines konventionellen Fahrzeugs simuliert werden.

[0047] Da bei dem vorgenannten Verfahren auch hohe Kupplungsmomente eingestellt und bestimmt werden können, kann eine komplette Kupplungskennlinie vermessen werden, so daß sich das Verfahren gut für eine Reibwertadaption eignet.

[0048] Es versteht sich, daß sich die genauesten Daten bei stationären Bedingungen ergeben, da dynamische Anteile dann entfallen und die Signale durch Mittelung geglättet werden können.

[0049] Zur Bestimmung kleiner Kupplungsmomente eignet sich die Differenzgleichung (4), da dadurch Ungenauigkeiten des Leerlaufmoments des Verbrennungsmotors ausgeschaltet werden.

B.3 Schnüffeln

[0050] Schnüffeln wird durchgeführt:

- Beim Starten des Verbrennungsmotors (dazu wird die Kupplung geschlossen);
- Während des Antriebs mit dem Verbrennungsmotor, wobei die Kupplung mit oder ohne Momentennachführung betrieben wird; dabei kann alle 60–180 Sekunden geschnüffelt werden.
- Wenn der Verbrennungsmotor aus ist und die Elektromaschine stillsteht (Getriebe in Neutral)
- Wenn das Fahrzeug steht und ein Gang eingelegt ist, der Verbrennungsmotor aus ist und die Elektromaschine stillsteht.

[0051] Gegenüber einem konventionellen automatisierten Antriebsstrang muß bei stehendem Verbrennungsmotor die Kupplung offengehalten werden und es darf nicht im Neutralgang geschnüffelt werden.

[0052] Fig. 3 zeigt einen Antriebsstrang, bei dem der Verbrennungsmotor 2 über eine erste Kupplung 72 mit der Elektromaschine 70 verbunden ist, die wiederum über die eigentliche Anfahrkupplung 4 und das Getriebe 72 mit einem Fahrzeugrad 74 verbunden ist. Die Kupplung 72 wird üblicherweise nur zum Anlassen des Verbrennungsmotors 2 verwendet und bleibt, solange der Verbrennungsmotor 2 läuft, geschlossen. Offen ist die Kupplung 72 beim regenerativen Bremsen, da die Bremsleistung vollständig in der Elektromaschine 70 rekuperiert werden soll und nicht in Schleppwiderständen des Verbrennungsmotors 2 "vernichtet" werden soll.

C.1 Tastpunkt- und Reibwertadaption

[0053] Für die Adaptionen der Kupplung 74 kann die Kombination der Kupplung 4 mit dem Getriebe 6 wie das einzelne Getriebe des Abschnitts B betrachtet werden. An Stelle der dort bestehenden Voraussetzungen "Neutralgang" bzw. "Gang eingelegt" treten im vorliegenden Fall die Bedingungen "Kupplung 4 offen oder/und Neutralgang" bzw. "Kupplung 4 geschlossen und Gang eingelegt".

[0054] Für die Adaptionen der Kupplung 4 gelten alle Möglichkeiten, die im Abschnitt A erläutert sind, wenn die Kupplung 74 geschlossen und das für die Adaptionen benutzte Moment aus der Summe der Einzelmomente des Verbrennungsmotors 2 und der Elektromaschine 70 gebildet wird.

[0055] Während im Abschnitt A nur der Verbrennungsmotor 2 als antreibendes Element vorhanden war, das in der für die Tastpunktadaption typischen Situation jedoch normalerweise ausgeschaltet wird, besteht im vorliegenden Fall die Möglichkeit, den Verbrennungsmotor 2 auszuschalten, die Kupplung 74 zu öffnen und die Elektromaschine als aktives Element für die Tastpunktadaption zu nutzen.

C.2 Schnüffeln der Kupplung 74

[0056] Wenn der Verbrennungsmotor 2 läuft, ist die Kupplung 74 normalerweise vollständig geschlossen, so daß das Schnüffeln möglich ist.

[0057] Ist der Verbrennungsmotor aus, gelten die Möglichkeiten aus den Abschnitten B.3 und C.4.

C.3 Schnüffeln der Kupplung 4

[0058] Die Kupplung 4 wird annähernd wie eine normale Anfahrkupplung betrieben, so daß auch hier wie beim konventionellen Antriebsstrang in kurzen Zeitabständen geschnüffelt werden kann, wenn die Kupplung 74 betriebsbedingt geschlossen ist (mit oder ohne Momentennachführung während der Fahrt).

[0059] Im Neutralgang mit drehender Elektromaschine 70 für einen Schwungstart des Verbrennungsmotors 2 sollte nur in Ausnahmefällen geschnüffelt werden.

B4.4 Offenhalten der Kupplung

[0060] Bei einer hydraulischen Strecke gemäß Fig. 6 kann es problematisch sein, die Kupplung über längere Zeit offen zu halten. Bei Temperaturerhöhung wird die Kupplung weiter als beabsichtigt geöffnet, was zu einer Schädigung der Tellerfederungen führen kann. Bei einer Temperaturerniedrigung schließt oder schließt die Kupplung. Mögliche Situationen, bei denen die Kupplung über längere Zeit offengehalten werden muß und die zugehörigen Adaptionen-

C.4.1 Vorbereitung Schwungstart

[0061] Die Elektromaschine 70 wird auf einer konstanten Drehzahl gehalten. Beide Kupplungen (oder, wenn die Kupplung 4 fehlt, bei Getriebe im Neutralgang) werden offengehalten. Da im Praxisbetrieb nicht bekannt ist, wie lange beispielsweise ein Fahrzeug vor einer Ampel steht, müssen die Kupplungen ggf. mehrere Minuten geöffnet bleiben. Dazu ist folgende Kupplungsstrategie vorteilhaft: Nach Möglichkeit sollte direkt vor dem Hochlaufen der Elektromaschine 70 geschnüffelt werden.

[0062] Um ein zu weites Öffnen der Kupplungen zu verhindern, wird periodisch der Tastpunkt der Kupplungen überprüft. Dabei bietet sich das Verfahren gemäß B.1.3 (a) an, wobei die Kupplung 74 gegen den Verbrennungsmotor 2 und die Anfahrkupplung 4 bei eingelegtem Gang gegen die Fahrzeugbremse gebremst wird. Wird der Verbrennungsmotor 2 während der Fahrt angeworfen, geschieht dies ohne Wartezeit nach Hochlaufen des Elektromotors 70.

[0063] Da die Elektromaschine 70 unbelastet läuft, kann ein temperaturbedingtes, unbeabsichtigtes Schließen der Kupplungen durch eine erhöhte Belastung der Elektromaschine 70 erkannt werden. Diese Information führt zu einer Adaption des Tastpunktes. Welcher der beiden Kupplungen schleift, kann dabei durch ein stärkeres Öffnen der einen Kupplung festgestellt werden.

[0064] Schließt die Kupplung 74 sehr stark, kann dies eventuell an einer kurzzeitig vorhandenen Motordrehzahl erkannt werden.

[0065] Ist der Weg des Geberzylinders der Kupplung 74 erschöpft, muß der Verbrennungsmotor 2 angeworfen werden, um ein Schnüffeln durchzuführen. Ein Schnüffeln der Kupplung 4 ist möglich, indem das Getriebe in Neutralstellung gebracht wird und die Kupplung langsam geschlossen wird.

C.4.2 Längere Fahrt mit Elektromaschine (Null-Immissions-Mode)

[0066] Die Kupplung 4 ist geschlossen. Die Kupplungsstrategie für die Kupplung 74 lautet:

Falls möglich, wird geschnüffelt, wenn das Fahrzeug steht.

[0067] Eine Tastpunktadaption wie beim Schwungstart ist nicht möglich, da die Elektromaschine auch durch den Radantrieb wechselnd belastet wird.

[0068] Hier besteht die Möglichkeit, ein kleines periodisches und/oder stochastisches Kupplungsmoment anzulegen und das entsprechende Muster in der Belastung der Elektromaschine zu suchen (Korrelationstest). Dadurch wird eine Trennung zwischen abtriebs- und kupplungsseitigem Moment erreicht und eine Überprüfung und Korrektur des Kupplungstastpunktes möglich.

C.4.3 Längere Rekuperationsphase (z. B. Bergabfahrt)

[0069] Die Kupplung 4 ist geschlossen. Die Kupplungsstrategie für die Kupplung 74 lautet:

– Grundsätzlich kann zur Tastpunktadaption wie bei längerer Fahrt nur mit der E-Maschine gemäß Abschnitt C.4.2 vorgegangen werden.

– Eine einfachere Möglichkeit ist, die Rekuperation kurzzeitig zu unterbrechen und die Bremsleistung von den mechanischen Bremsen des Fahrzeugs erbringen zu lassen. Der Neutralgang wird eingelegt und die Kupplung zum Schnüffeln geschlossen (Die Elektro-

maschine wird ggf. vorher abgebremst).

D. Lastschaltgetriebe

[0070] Fig. 4 zeigt einen Antriebsstrang, bei dem der Verbrennungsmotor 2 über die eigentliche Anfahrkupplung 4 mit einem Schaltgetriebe 6 verbunden ist, das mit einem Fahrzeugrad 64 verbunden ist. Die Eingangswelle des Getriebes 6 ist drehfest mit einer weiteren Kupplung 76 verbunden, die mit der Eingangswelle einer Getriebestufe 78 verbunden ist, deren Ausgangswelle mit der Ausgangswelle des Getriebes 6 drehfest verbunden ist. In vorteilhafter Weise kann die weitere Kupplung 76 als Reibeinrichtung vorgesehen sein, bei der beide Reibflächen konisch ausgebildet sind und vorzugsweise nass betrieben werden. Eine derartige Reibeinrichtung kann gleichzeitig die Synchronisierungen einer üblichen Getriebestufe ersetzen und wird mittels des Schaltmotors angesteuert.

[0071] Bei einem solchen an sich bekannten Lastschaltgetriebe (6, 76, 78) wird die Kupplung 4 nur zum Anfahren benötigt; während der Gangschaltungen bleibt sie geschlossen. Die Lastschaltkupplung 76 ist normalerweise offen und schleift während der Schaltungen.

D.1 Tastpunkt- und Reibwertadaption, Schnüffeln für Kupplung 4

[0072] ist die Kupplung 76 offen, ergeben sich die gleichen Adaptionmöglichkeiten wie im Abschnitt A. Wird dort ein eingelegter Gang verlangt, kann dies bei dem Antriebsstrang gemäß Fig. 4 dadurch erreicht werden, daß das Getriebe 6 in Neutral steht, aber die Lastschaltkupplung 76 geschlossen ist.

[0073] Da die Kupplung 4 während der Schaltungen geschlossen bleibt, können Reibwertadaptionen nur während der Anfahrvorgänge durchgeführt werden.

Zusatzfunktion

[0074] Für die Tastpunktadaption muß das Fahrzeug gebremst sein, da während der Adaption die Anfahrkupplung 4 leicht geschlossen wird. Um sicherzustellen, daß das Fahrzeug gebremst ist (nicht nur die erste Raste der Handbremse), kann die Lastschaltkupplung 76 geschlossen werden, wobei die Übersetzung 12 der Getriebestufe 78 unterschiedlich von der eingestellten Übersetzung 1 des Getriebes 6 ist.

Zusatzfunktion "Hill Holder"

[0075] Beim Anfahren (am Berg) kann das Fahrzeug zunächst durch die geschlossene Lastschaltkupplung 76 und $I_2 \neq i$ gehalten werden, bis die Anfahrkupplung 4 ausreichend Moment überträgt. Man fährt statt gegen die Handbremse gegen die Lastschaltkupplung 76 an. Bei Fahrzeugstillstand, eingelegten Gang und laufendem Verbrennungsmotor kann grundsätzlich immer diese Bremsstellung verwendet werden.

D.2 Tastpunktadaption für Lastschaltkupplung 76

[0076] Bei Getriebe in Neutral und Kupplung 4 geschlossen ergibt sich die gleiche Konstellation wie im Abschnitt A, so daß die gleichen Strategien wie dort angegeben verwendet werden können.

D.3 Reibwertadaption für Lastschaltkupplung 76

[0077] Während eines Gangwechsels schleift die Lastschaltkupplung 76 und überträgt dabei z. T. hohe Momente. Diese Situation kann zur Reibwertadaption genutzt werden.

D.4 Schnüffeln für Lastschaltkupplung 76

[0078] Falls die Betätigungseinrichtung der Lastschaltkupplung 76 eine hydraulische Strecke enthält, kann das Schnüffeln in folgenden Situationen stattfinden:

- Übersetzung $i = I_2$: Lastschaltkupplung 76 dauernd geschlossen;
- Übersetzung $i \neq I_2$ Fahrzeugstillstand, Verbrennungsmotor läuft, Anfahrkupplung 4 offen (Bremsfunktion);
- Übersetzung $i \neq I_2$, Fahrzeugstillstand, Verbrennungsmotor 2 aus;
- Neutralgang und Anfahrkupplung offen (ggf. Berstdrehzahl der Anfahrkupplung 4 beachten, falls Lastschaltkupplung 76 im 1. Gang).

[0079] Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen, offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

[0080] In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0081] Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

[0082] Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen mit einem Anlasser versehenen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Kupplung mit einem Ge-

triebe verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei der Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug und Vorliegen vorbestimmter Betriebszustände selbsttätig abgeschaltet und beim Vorliegen vorbestimmter Bedingungen selbsttätig gestartet wird, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung in an sich bekannter Weise adaptiert wird, wenn der Verbrennungsmotor bei stillstehendem Fahrzeug im Leerlauf läuft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das selbsttätige Abschalten des Verbrennungsmotors für die Durchführung einer Tastpunktadaption verzögert wird.

3. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen mit einem Anlasser versehenen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Kupplung mit einem Getriebe verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei der Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug und Vorliegen vorbestimmter Betriebszustände selbsttätig abgeschaltet und beim Vorliegen vorbestimmter Bedingungen selbsttätig gestartet wird, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei mit etwa konstanter Geschwindigkeit kriechendem Fahrzeug adaptiert wird, indem das Motormoment bei kriechendem Fahrzeug erfasst wird, die Kupplung kurzzeitig geöffnet wird und das Motormoment bei geöffneter Kupplung erfasst wird und die Stellung der Betätigungseinrichtung bei kriechendem Fahrzeug einem Kupplungsmoment zugeordnet wird, das der Differenz aus den beiden erfassten Motormomenten entspricht.

4. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen mit einem Anlasser versehenen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Kupplung mit einem Getriebe verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei der Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug und Vorliegen vorbestimmter Betriebszustände selbsttätig abgeschaltet und beim Vorliegen vorbestimmter Bedingungen selbsttätig gestartet wird, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei mit im Leerlauf laufendem Verbrennungsmotor rollendem Fahrzeug adaptiert wird, indem die Kupplung voll geöffnet wird, das Motormoment bei voll geöffneter Kupplung erfasst wird, die Kupplung geschlossen wird, bis sich das Motormoment um ein vorbestimmtes Tastmoment erhöht und die entsprechende Stellung der Betätigungseinrichtung als adaptierter Tastpunkt gespeichert wird.

5. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen mit einem Anlasser versehenen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Kupplung mit einem Getriebe verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei der Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug und Vorliegen vorbestimmter Betriebszustände selbsttätig abgeschaltet und beim Vorliegen vorbestimmter Bedingungen selbsttätig gestartet wird, bei welchem Verfahren das von der Kupplung übertragene Moment während vorbestimmter Betriebsphasen erfasst und zur Adaption der Kupplungskennlinie verwendet wird.

6. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen mit einem Anlasser versehenen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Kupplung mit einem Getriebe verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei der Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug und Vorliegen vorbestimmter Betriebszustände selbsttätig abgeschaltet und beim Vorliegen vorbestimmter Bedingungen selbsttätig gestartet wird, bei welchem Verfahren bei Neutralstellung des Getriebes Drehzahländerungen der Getriebeingangswelle abhängig von der Stellung der Betätigungseinrichtung erfasst werden und das jeweilige Kupplungsmoment aus den Drehzahländerungen und dem Trägheitsmoment der Eingangswelle errechnet und zur Adaption der Kupplungskennlinie verwendet wird.

7. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen mit einem Anlasser versehenen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Kupplung mit einem Getriebe verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei der Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug und Vorliegen vorbestimmter Betriebszustände selbsttätig abgeschaltet und beim Vorliegen vorbestimmter Bedingungen selbsttätig gestartet wird, bei welchem Verfahren der Kraftnullpunkt der Kupplung ermittelt wird, indem die Betätigungseinrichtung aus einer nichtbetätigten Stellung der Kupplung in Richtung der Kupplungsbetätigung verstellt wird und die Stellung der Betätigungseinrichtung ermittelt wird, bei der eine Kupplungsbetätigungskraft einsetzt.

8. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei in Neutralstellung befindlichem Getriebe und im Leerlauf laufenden Verbrennungsmotor adaptiert wird, indem die Elektromaschine auf eine von der Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors verschiedene Drehzahl geregelt wird und die Kupplung geschlossen wird, bis sich das Moment des Verbrennungsmotors um ein vorbestimmtes Tastmoment ändert.

9. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei stillstehendem Verbrennungsmotor adaptiert wird, indem bei drehender Elektromaschine die zunächst vollständig geöffnete Kupplung

geschlossen wird, bis sich das Moment der Elektromaschine um ein vorbestimmtes Tastmoment ändert.

10. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei stillstehendem Verbrennungsmotor adaptiert wird, indem bei geschlossener Kupplung die stillstehende Elektromaschine derart mit elektrischer Energie beaufschlagt wird, dass sie ein vorbestimmtes Tastmoment erbringt und die Kupplung geöffnet wird, bis die Elektromaschine zu drehen beginnt.

11. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei stillstehendem Verbrennungsmotor und stillstehender Elektromaschine adaptiert wird, indem die Kupplung derart betätigt wird, dass sie ein vorbestimmtes Solltastmoment überträgt, die Elektromaschine zunehmend mit elektrischer Leistung beaufschlagt wird, bis sie zu drehen beginnt und das dabei entwickelte Drehmoment als Istastmoment gespeichert wird.

12. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei stillstehendem Verbrennungsmotor adaptiert wird, indem die Kupplung geöffnet wird, die Elektromaschine drehzahl geregelt mit geringer vorbestimmter Maximalmomentbegrenzung betrieben wird, das Leerlaufdrehmoment der Elektromaschine ermittelt wird, die Kupplung geschlossen wird, bis die Drehzahl der Elektromaschine abfällt und der Stellung der Kupplung das begrenzte Maximalmoment abzüglich des Leerlaufmoments zugeordnet wird.

13. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren der Tastpunkt der Kupplung bei stillstehendem Verbrennungsmotor adaptiert wird, indem die Kupplung geöffnet wird, die Elektromaschine auf eine bestimmte Dreh-

zahl gebracht wird und anschließend unbestromt läuft, die Kupplung auf eine vorbestimmte Taststellung gebracht wird, die Drehzahländerung der Elektromaschine erfasst wird und aus dem Trägheitsmoment der Elektromaschine und der Drehzahländerung das Istastmoment der Kupplung errechnet wird.

14. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren eine Reibwertadaption der Kupplung durchgeführt wird, indem durch entsprechende Ansteuerung des Verbrennungsmotors und der Elektromaschine an der Kupplung ein vorbestimmtes Moment erzeugt wird und die Kupplung derart betätigt wird, dass sie bei dem vorbestimmten Moment zu rutschen beginnt.

15. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, wobei die Eingangswelle des Getriebes drehfest mit einem Läufer einer Elektromaschine verbunden ist, bei welchem Verfahren ein Schnüffelvorgang durchgeführt wird, wenn der Verbrennungsmotor bei geschlossener Kupplung gestartet wird, oder mit verbrennungsmotorischem Antrieb und geschlossener Kupplung gefahren wird, oder wenn der Verbrennungsmotor aus ist, die Elektromaschine stillsteht und sich das Getriebe in Neutralstellung befindet, oder das Fahrzeug stillsteht, ein Gang eingelegt ist, der Verbrennungsmotor aus ist und die Elektromaschine stillsteht.

16. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, die über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren für eine Reibwertadaption der ersten Kupplung der Verbrennungsmotor, die Elektromaschine und die zweite Kupplung derart angesteuert werden, dass sich an der ersten Kupplung ein vorbestimmtes Drehmoment ergibt und die erste Kupplung derart betätigt wird, dass sie an der Rutschgrenze ist.

17. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren für eine Reibwertadaption der zweiten

Kupplung der Verbrennungsmotor, die Elektromaschine und die erste Kupplung derart angesteuert werden, dass sich an der zweiten Kupplung ein vorbestimmtes Drehmoment ergibt und die zweite Kupplung derart betätigt wird, dass sie an der Rutschgrenze ist. 5

18. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren ein Schnüffelvorgang der ersten Kupplung bei laufendem Verbrennungsmotor und/oder bei stillstehendem Verbrennungsmotor und stillstehender Elektromaschine und in Neutralstellung befindlichem Getriebe und/oder bei stillstehendem Fahrzeug, eingelegtem Gang und stillstehendem Verbrennungsmotor und stillstehender Elektromaschine erfolgt. 10

19. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren ein Schnüffelvorgang der zweiten Kupplung bei laufendem Verbrennungsmotor und geschlossener zweiter Kupplung durchgeführt wird. 15

20. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Rad des Fahrzeugs antreibt, bei welchem Verfahren ein Schnüffelvorgang der ersten Kupplung durchgeführt wird, bevor die Elektromaschine zum Starten des Verbrennungsmotors hochläuft. 20

21. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren eine Tastpunktadaption der ersten Kupplung durchgeführt wird, indem die erste Kupplung gegen den Verbrennungsmotor gebremst wird oder eine Tastpunktadaption der zweiten Kupplung erfolgt, indem diese bei eingelegtem Gang gegen die Fahrzeugbremse gebremst wird. 25

22. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer

Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren bei längere Fahrt durch Antrieb mit der Elektromaschine eine Tastpunktadaption der ersten Kupplung durch deren periodische Betätigung in Schließrichtung mit kleiner Amplitude und Erfassung der dabei auftretenden Belastungsschwankung der Elektromaschine erfolgt.

23. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren bei längerer Fahrt unter Antrieb des Fahrzeugs mit der Elektromaschine oder bei längerer Fahrt unter Antrieb der Elektromaschine durch das Fahrzeug eine Tastpunktadaption der ersten Kupplung durch deren periodische Betätigung in Schließrichtung mit kleiner Amplitude und Erfassung der dabei auftretenden Belastungsschwankung der Elektromaschine erfolgt.

24. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren bei längerer Fahrt unter Antrieb der Elektromaschine durch das Fahrzeug ein Schnüffelvorgang betr. die erste Kupplung erfolgt, indem das Fahrzeug kurzzeitig mittels der Bremsen gebremst wird, das Getriebe dabei in Neutralstellung gebracht wird und die erste Kupplung zum Schnüffeln geschlossen wird.

25. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten automatisierten Abfahrkupplung mit der Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei die Eingangswelle über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Lastschaltkupplung und eine Getriebestufe mit der Ausgangswelle verbunden ist, bei welchem Verfahren eine Reibwertadaption der Anfahrkupplung während eines Anfahrvorgangs durchgeführt wird.

26. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine erste von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Elektromaschine verbunden ist, welche über eine zweite, von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Kupplung mit einer Eingangswelle

welle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, bei welchem Verfahren während einer Tastpunktadaption der Anfahrkupplung die Lastschaltkupplung geschlossen wird.

27. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten automatisierten Abfahrkupplung mit der Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei die Eingangswelle über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Lastschaltkupplung und eine Getriebestufe mit der Ausgangswelle verbunden ist, bei welchem Verfahren während einer Tastpunktadaption der Lastschaltkupplung das Getriebe in Neutralstellung geschaltet und die Anfahrkupplung geschlossen wird.

28. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten automatisierten Abfahrkupplung mit der Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei die Eingangswelle über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Lastschaltkupplung und eine Getriebestufe mit der Ausgangswelle verbunden ist, bei welchem Verfahren eine Reibwertadaption der Lastschaltkupplung während eines Gangwechsels erfolgt.

29. Verfahren zum Adaptieren einer Einstellung einer Kupplung in einem unkonventionellen Antriebsstrang eines Fahrzeugs, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten automatisierten Abfahrkupplung mit der Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei die Eingangswelle über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten, automatisierten Lastschaltkupplung und eine Getriebestufe mit der Ausgangswelle verbunden ist, bei welchem Verfahren ein Schnüffelvorgang der Lastschaltkupplung erfolgt wenn

- die Übersetzung des Getriebes gleich der der Getriebestufe ist und die Lastschaltkupplung geschlossen ist oder
- die Übersetzung des Getriebes ungleich der der Getriebestufe ist, das Fahrzeug stillsteht, der Verbrennungsmotor läuft und die Anfahrkupplung offen ist
- oder
- die Übersetzung des Getriebes ungleich der der Getriebestufe ist, das Fahrzeug stillsteht und der Verbrennungsmotor aus ist oder
- das Getriebe in Neutralstellung ist und die Anfahrkupplung offen ist.

30. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs mit einem unkonventionellen Antriebsstrang, welcher Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor aufweist, der über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigten automatisierten Anfahrkupplung mit der Eingangswelle eines Getriebes verbunden ist, dessen Ausgangswelle wenigstens ein Fahrzeugrad antreibt, wobei die Eingangswelle über eine von einer Betätigungseinrichtung betätigte, automatisierte Lastschaltkupplung und eine Getriebestufe mit der Ausgangswelle verbunden

ist, bei welchem Verfahren bei stillstehendem Fahrzeug und einer Getriebeübersetzung ungleich der der Getriebestufe und laufendem Verbrennungsmotor die Lastschaltkupplung bei geöffneter Anfahrkupplung geschlossen wird und zum Anfahren während des Schließens der Anfahrkupplung allmählich geöffnet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

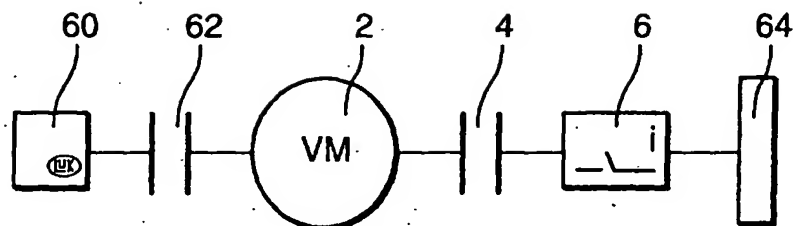


Fig. 1

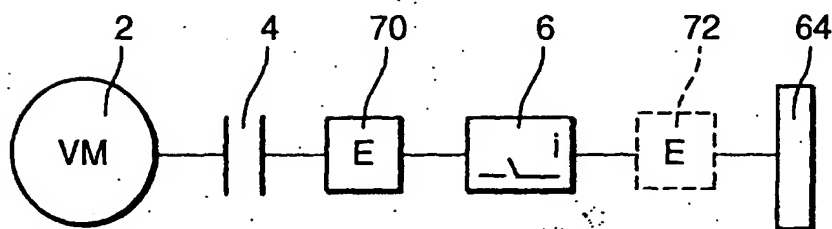


Fig. 2

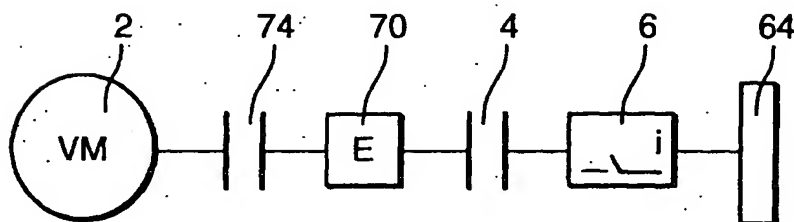


Fig. 3

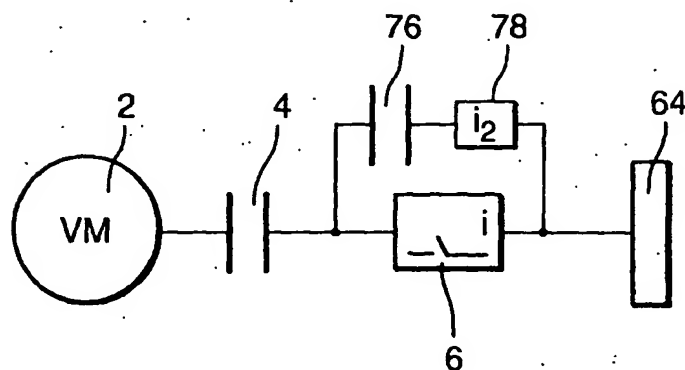


Fig. 4

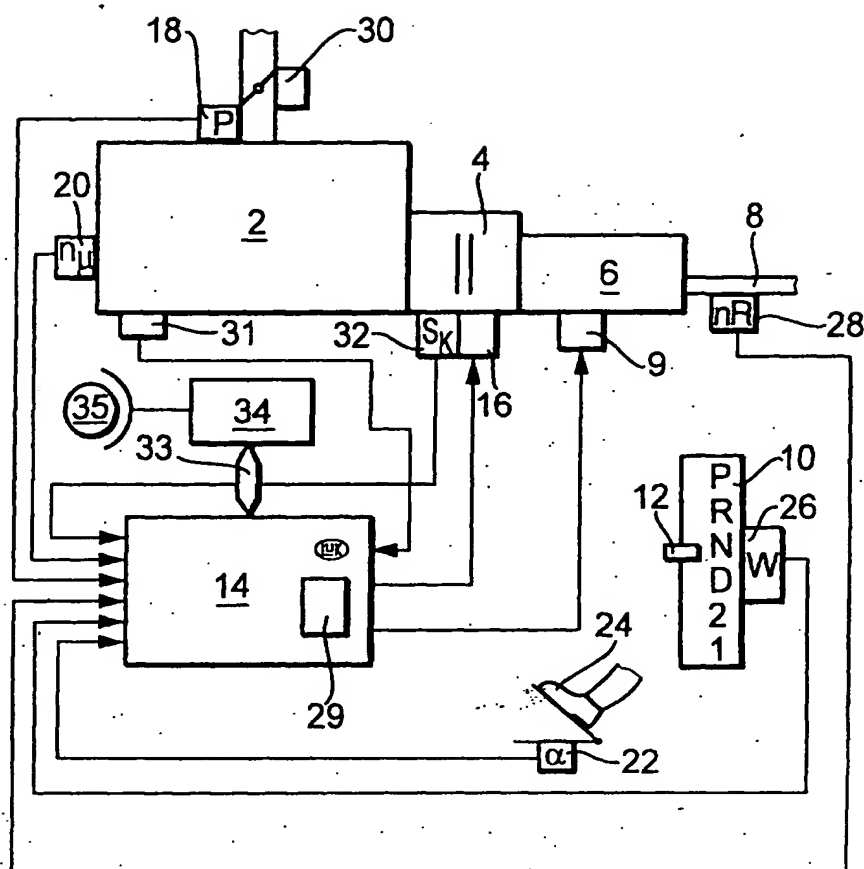


Fig. 5.

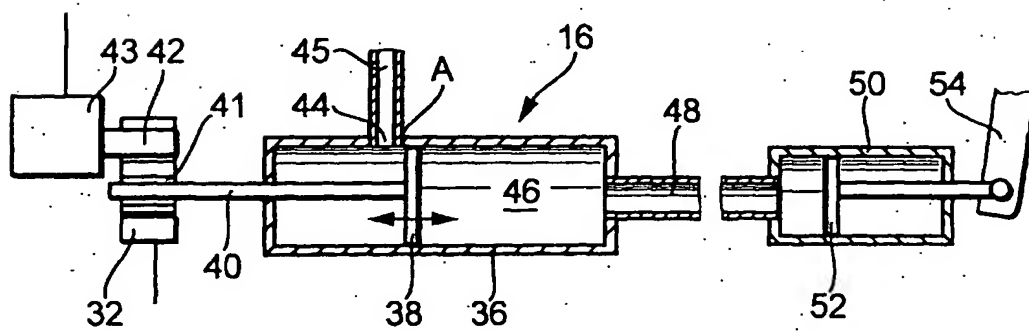


Fig. 6